

El modelo matérico como estrategia didáctica transversal en la enseñanza de proyecto

PALABRAS CLAVE

PEDAGOGÍA, MATERIA, APRENDER HACIENDO, *DESIGN BUILD*

MARCELO STARICCO

Arquitecto desde 2012. Magíster en Arquitectura y candidato a doctor por FADU-Udelar. Desde 2023 es director del posgrado Diploma de Especialización en Investigación Proyectual (FADU-Udelar). Profesor adjunto de Proyectos Arquitectónicos en la FADU-Udelar. Coordinador del ciclo inicial del Taller Danza. Desde 2019 es socio director de la firma Danza-Cotignola-Staricco Arquitectos.

Resumen

Trabajar a escala 1:1 en los cursos de proyecto implica invertir el modo tradicional de producción de conocimientos, privilegiando el campo experimental y la base empírica respecto del campo especulativo y de representación. Este modelo de enseñanza-aprendizaje se encuentra dentro de un conjunto de experiencias académicas enmarcadas en una línea de reflexiones teóricas y proyectuales que han reivindicado, desde hace un tiempo, la necesidad de un pensamiento dispuesto a fabricar «cosas» en lugar de permanecer al margen de estas. Un modelo que utiliza la materia y el estudio de sus posibilidades como estrategia didáctica para enseñar y aprender proyecto. En estos ensayos los estudiantes experimentan directamente la complejidad de los procesos involucrados en un proyecto arquitectónico, desde la primera idea hasta su construcción. Trabajan colaborativamente, formando equipos de trabajo y asumiendo colectivamente la responsabilidad y las consecuencias de su accionar en el espacio. Aprenden también a hacer frente a presupuestos reducidos, cronogramas ajustados y problemas inesperados y, lo que es más importante, se enfrentan a la fricción que generalmente ocurre cuando los proyectos se convierten en realidad construida.

El modelo matérico

Donald Schön¹ propuso hace medio siglo tomar como ejemplo el aprendizaje en los talleres de arte y música para mejorar la formación de los futuros profesionales en general. Sostenía que los talleres eran los lugares por excelencia para la formación de profesionales reflexivos. Estos no solo han adquirido una serie de conocimientos desde la teoría, sino de profesionales a quienes les fuera posible enfrentarse a situaciones inesperadas y a las incertidumbres propias de la realidad y, por ende, del mundo de la práctica profesional.

Al analizar la manera como se forma un artista plástico, Schön encuentra que el futuro artista comienza su formación haciendo, experimentando y explorando técnicas al lado de un «experto», alguien más experimentado que lo guía en el proceso de aprendizaje. Esos laboratorios de «bajo riesgo» donde el estudiante puede experimentar soluciones son el ambiente en que se reconstruye el saber de modo dinámico y permanente. El docente cumple de esta manera la función de iniciación del novato en el campo profesional y lo acompaña en el proceso para que vaya comprendiendo de modo directo y experimental los problemas concretos del oficio (Schön, 1992).

Mirada desde esta perspectiva, la enseñanza de la arquitectura no se concibe solamente como un acto de transmisión de conocimientos direccional, controlable, estable y voluntario. Es también un espacio donde lo irreplicable y lo irrepresentable aparecen, donde no solo un saber pasa de un maestro a un estudiante, sino que es un acto donde se puede hacer presente un saber que antes ambos desconocían. Es por eso que se parte de la experiencia como plataforma de conocimiento y aprendizaje.

Si pensamos en el proceso de aprendizaje del artesano, podemos observar ciertas similitudes. El maestro enseña al discípulo sus habilidades y secretos conseguidos a lo largo de su propio desarrollo (Sennett, 2009). Este análisis lleva a pensar que el arquitecto aprende a proyectar de igual manera, de la mano de «maestros» que han transmitido sus formas de entender y resolver la realidad planteada. Esta metodología, a su vez, se ve marcada por la experiencia directa no solo con los objetos, sino también con los materiales que los conforman como estrategia de representación, proceso por el cual se van adquiriendo habilidades en el desarrollo proyectual y también en la manipulación de distintos materiales como forma de aproximación al proyecto.

Inspirados en esta forma de ver la arquitectura, surgen los ensayos 1:1 en el marco de los cursos de primer año del Taller Danza.² Se trata de ejercitaciones de ocho semanas de duración en las que los proyectos son ideados, desarrollados, gestionados y construidos colaborativamente, en distintos espacios del territorio, estableciendo diálogos y trabajando en coordinación con distintas instituciones que se han sumado a las propuestas (figura 1).

Estos talleres se han valido de un modelo matérico para operar con la realidad. Una forma de aproximarse al proyecto de arquitectura que parte del conocimiento sobre los materiales y sus propiedades físicas. Un aprendizaje basado



IMAGEN 1: ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DEL TALLER DANZA ESTUDIANDO LOS PLANOS PARA ENSAMBLAJE DE ORIÓN EN LA PLAZA ZABALA. FOTO: MARCOS GUIPONI.

en la experiencia, en lo manual y en lo empírico. Es por eso que al observar las maquetas de trabajo de los estudiantes podemos ver madera, hierro, chapas oxidadas, cuerdas, telas de malla sombra y otros tantos materiales que se usarán luego para construir esos proyectos en los talleres 1:1.

Pablo Manuel Millán en *Más allá de la imagen. La arquitectura del artesano* dice respecto de la relación del diseñador con la materia:

Tanto el artesano como el arquitecto necesitan desarrollar relaciones específicas entre el pensamiento y la creación, entre la idea y la ejecución, la acción y la materia, el aprendizaje y la técnica, la identidad propia y la obra sobre la que esta se proyecta, en definitiva, entre la idea y el ejercicio de proyectación. (Millán, 2015, p. 42)

Estos talleres han manejado, a lo largo de más de una década, distintas hipótesis y estrategias sobre cómo operar con el proyecto y la materia. No obstante, podemos establecer, a efectos de hacer un relato más didáctico, que los proyectos 1:1 que se han realizado en el curso se pueden esquematizar en dos grandes familias temáticas: la de las uniones y la de los ensambles.

1. Fue un reconocido profesor, investigador y autor en el ámbito de la educación.

Schön se destacó por su enfoque en la teoría y la práctica en la formación de profesionales. A lo largo de su carrera hizo importantes contribuciones a la educación, especialmente en el campo de la educación superior y la formación de profesionales.

Cabe mencionar que la enseñanza de la arquitectura no estuvo teorizada hasta los aportes hechos por Donald Schön en la década de 1970; desde entonces sus ideas pedagógicas sobre teoría y práctica del aprendizaje han sido dominantes en la formación de profesionales.

2. El Taller Danza es una de las nueve cátedras de Proyecto de Arquitectura y Urbanismo que tiene la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Udelar.

Acerca de las uniones y ensambles

En el tratado *De re aedificatoria*, en 1450, León Batista Alberti define nuestra profesión de la siguiente forma:

[...] el arquitecto (architectore) será aquel que con un método y un procedimiento determinados y dignos de admiración haya estudiado el modo de proyectar en teoría y también de llevar a cabo en la práctica cualquier obra que, a partir del desplazamiento de los pesos y la unión y el ensamble de los cuerpos, se adecue, de una forma hermosísima, a las necesidades más propias de los seres humanos.³

Hoy esta definición sigue teniendo validez, al menos en todo aquello que refiere al oficio de proyectar y construir edificios, que es aquello que se espera en gran parte de un arquitecto.

Esta afirmación del maestro italiano sirve para introducir un tema fundamental en la didáctica proyectual de los talleres a escala real, que refiere a «la unión y el ensamble de los cuerpos». *Unir* y *ensamblar* son dos verbos que parecen mediar entre la materia y la arquitectura, lo que se comprueba consultando el diccionario que define *unir* en su primera acepción como «juntar dos o más elementos distintos para formar un todo». Esta condición lleva a pensar en materiales que deben trabajar en conjunto para conformar una estructura, definida a su vez como «conjunto de relaciones que mantienen entre sí las partes de un todo». La temática de las uniones es trabajada principalmente en las ejercitaciones 1:1 realizadas con madera, en las que la acción de unir las distintas piezas es una parte importante del desafío de la ejercitación.

Alberti también se refiere a la palabra *ensamble*, sustantivo relacionado con el verbo *ensamblar*, que la RAE consigna con el significado de «combinar varios elementos de manera que ajusten entre sí perfectamente». Utilizaremos esta acepción para referirnos a aquellos procesos proyectuales-constructivos de las ejercitaciones 1:1 en los que una serie de piezas estandarizadas, que forman parte de un sistema, pueden ensamblarse para componer diversas construcciones.

En cualquier caso, en arquitectura la acción de unir o ensamblar tiene al detalle como protagonista, es este tipo de pieza gráfica la que da cuenta de los encuentros. Esta representación se vuelve necesaria cuando dos partes deben unirse, cuando dos materiales necesitan una articulación constructivamente lógica, cuando dos partes de un edificio necesitan una conexión o cuando dos condiciones arquitectónicas aparentemente irreconciliables necesitan mediación. Esta lógica de pensamiento es importante para la arquitectura desde la perspectiva de la construcción, recurriendo a un conocimiento más profundo de los materiales que desembocan en buenas prácticas constructivas.

Es así que los detalles constructivos se vuelven inseparables de la didáctica en las ejercitaciones a escala real. No existe la posibilidad de obviar la solución o encuentro entre dos o más partes. Para ello necesariamente se debe recurrir a

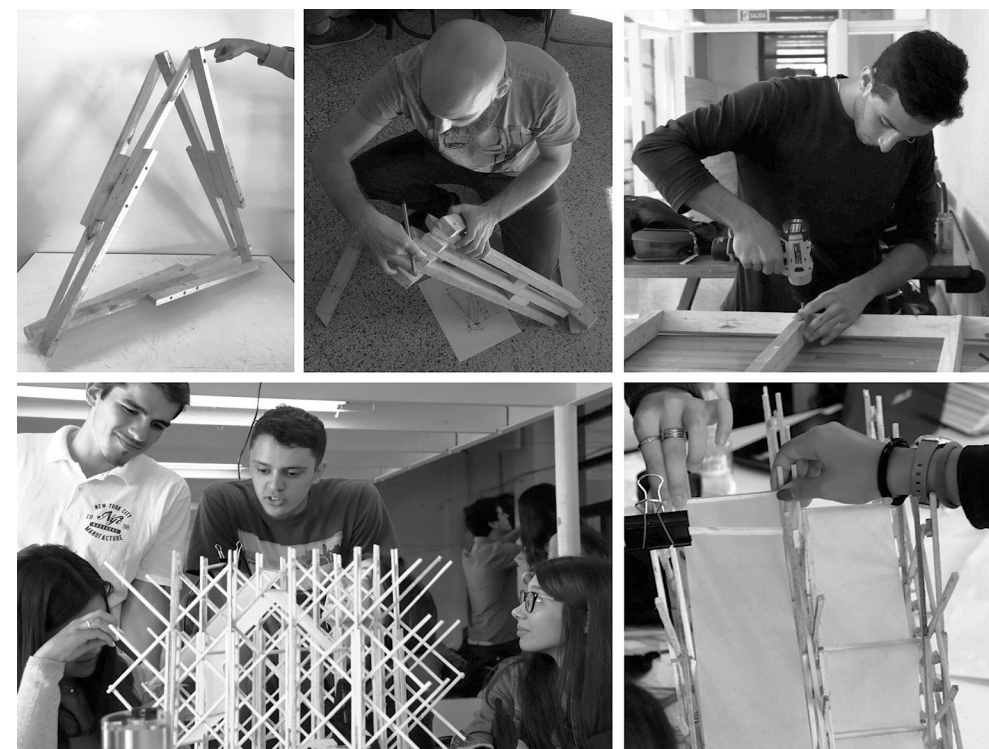


IMAGEN 2: PROCESO DE TRABAJO DE ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO CON MODELOS Y PROTOTIPOS PARA DISEÑAR LAS UNIONES EN MADERA. FOTOS: MARINA CABRERA.

herramientas de anticipación que den cuenta de ese encuentro entre dos materiales iguales o diferentes. Es ahí donde los detalles constructivos primero y los prototipos después juegan un rol fundamental, volviéndose parte medular del ejercicio (figura 2).

Uniones

Para referirnos a las uniones haremos referencia a las ejercitaciones del curso de primer año con construcciones a escala real en madera. Como breve introducción cabe aclarar que el taller se desarrolla en ocho semanas de trabajo en mesas. Las primeras seis se dedican a proyectar las distintas propuestas desarrolladas por los estudiantes y las últimas dos se destinan exclusivamente a la producción de los componentes y a su montaje en sitio. La consigna de la ejercitación es simple y consiste en proyectar un espacio que debe verificar dos restricciones: utilizar menos de 300 alfajías de 2" x 1" de 3,3 m de longitud y obedecer a un uso predeterminado (sentarse, mirar, cubrirse, descansar o cualquier otro que se entienda pertinente en el lugar). La operativa del taller consiste en desarrollar

3. Battista Alberti, León (1452). *Re Aedificatoria*. Lib. I, Cap. I.

proyectos de forma escalonada, pasando de diseñar, en una primera instancia, 24 proyectos simultáneamente en equipos de cuatro estudiantes, para luego seleccionar entre ellos seis proyectos finalistas que se construirán con 1.800 alfajías de madera de pino.

La metodología utilizada es la ejercitación prácticamente exclusiva en modelos tridimensionales. En una primera instancia se utilizan modelos analógicos, maquetas en madera a escalas 1:25 y 1:10, para luego empezar a utilizar, en simultáneo, modelos digitales. Una vez definido el proyecto, se procede al trabajo en escalas 1:2 y 1:1 de algunos componentes y sus encuentros. Estos prototipos a escala real permiten al estudiante ensayar la capacidad portante de las uniones así como su diseño, entendiendo los detalles constructivos como parte esencial del proyecto arquitectónico.

La madera es un material excepcional para construir, pero también para enseñar y aprender a proyectar. El uso de la madera es especialmente adecuado para ensayar y reflexionar acerca de una gran diversidad de temas de diseño y construcción. Al mismo tiempo es un material que permite generar estrategias didácticas que facilitan el aprendizaje por su carácter extremadamente lúdico. Es un sistema constructivo que está constituido por piezas, gran cantidad de encuentros y discontinuidades. Uniones que en el caso de la conexión de madera con otra pieza igual, la mayoría de las veces, termina resolviendo el conflicto la pieza metálica que trata de conciliar. Generalmente son pernos, clavos, platinas, bulones, varillas roscadas y tuercas las que resuelven la conexión de dos piezas de madera que deben encontrarse para conformar una de mayor tamaño. Esto determina que inevitablemente se deba recurrir al detalle de unión para conformar una estructura, y esto, a su vez, requiere cantidad de planos y gráficos para contemplar la gran variedad de situaciones que se presentan al trabajar con encuentros en madera. Esto es realmente importante en la didáctica, pues la documentación que se genera se vuelve fundamental para construir los objetos. Al decir del arquitecto chileno José Cruz:

Digamos que el 99% de los planos que hacemos los arquitectos son para dar cuenta de una discontinuidad, porque si una obra fuese absolutamente continua, si no tuviera ninguna discontinuidad, se podría hacer prácticamente con un solo plano. Caí en la cuenta de esto al empezar a trabajar con madera, percatándome [de] que el número de planos se multiplicaba porque la construcción en madera es básicamente una pura discontinuidad. (Cruz, 2012, p. 18)

Múltiples piezas a unir y, por tanto, múltiples encuentros que resolver. Es eso lo que aumenta la cantidad de planos, porque se hace necesario registrar y componer estas discontinuidades, convirtiendo el ejercicio de diseñar y construir en madera en una actividad extremadamente didáctica y formativa. Un objeto que se arma por partes implica una serie de recaudos que se convierten en las instrucciones de armado.

Otro tema relevante del sistema en madera es la reversibilidad. Es un sistema lo suficientemente abierto para permitir pensar en la posibilidad de transformación. En la madera no se da el acto de demolición, al menos no con la gravitación que ese término supone en la construcción en hormigón o en la albañilería. No se demuele en madera: se desarma para volver a armar. Por eso, armar, desarmar y rearmar hablan de reversibilidad. Esta característica también reafirma el carácter didáctico que destacamos de estos ensayos: más allá de la anticipación dada por la etapa de proyecto y los recaudos gráficos, es posible también «la reflexión en y durante la acción» (Schon, 1992), que permite hacer los cambios que se estime necesarios durante el proceso. Digamos que se dibuja, se prueba, se verifica y se rectifica.

El uso de alfajías permite ensayar una hipótesis y rápidamente realizar los modelos tridimensionales que permitan verificarla o descartarla. Por ejemplo, se puede cortar y unir fácilmente piezas de escasa longitud con bulones, tornillos o clavos, lo cual permite obtener prototipos en cuestión de minutos. La ventana de tiempo entre la ideación y la verificación es corta; esto es estimulante para el estudiante y lo alienta a ensayar distintas hipótesis para dar respuesta a una solución concreta. Además, por sus características, el material no requiere el uso de equipos sofisticados para ser modificado y esto hace que sea más accesible para la mayoría de los estudiantes, de tal manera que se logra un porcentaje importantísimo de involucramiento directo durante el proceso.

Otra de las ventajas es que se trata de un material que puede ser representado de forma extremadamente fiel en modelos tridimensionales analógicos a escala, obteniendo a través de maquetas 1:10 aproximaciones muy acabadas del proyecto y fácilmente contrastables con sectores a escala mayor (prototipos). Esto permite al estudiante establecer rápidas relaciones entre representación y realidad concreta, motor fundamental de la reflexión desde la acción.

El sistema de construcción en madera tiene una dimensión lúdica que recuerda juegos como los «mecanos», esos juguetes formados por piezas que se pueden unir con tornillos y tuercas para elaborar objetos articulados, mecanismos y construcciones. ¿Qué mejor forma de aprender si no es a través del juego?

Ensamblajes

Por último, nos referiremos a los ensamblajes. Se trata de ejercitaciones que parten de sistemas más o menos abiertos, prefabricados y con una serie de reglas que deben ser seguidas para componer una estructura espacial. A ellos nos vamos a referir en dos casos concretos: el primero, realizado con andamios; el segundo, mediante el diseño de un sistema en fabricación digital.

Históricamente, el andamio ha tenido un rol fundamental en la arquitectura. El paso del andamio tradicional de madera unido con cuerdas al andamio de metal y piezas industrializadas no solo trajo consigo la transformación material de las uniones, sino que modificó conceptualmente toda la estructura. La indus-



IMAGEN 3: PROYECTO ORIÓN EN LA PLAZA ZABALA EL DÍA DE LA INAUGURACIÓN (2017).
FOTO: MARCOS GUIPONI.

trialización de sus componentes permitió que el nudo con cuerdas y cadenas se convirtiera en un complejo mecanismo de sujeción, e hizo del andamio una máquina de construcción producida en serie. La transformación que significó la industrialización de sus elementos puede ser entendida como la evolución de una herramienta funcional, pero también la de un modelo teórico del espacio.

Como un gran juego de ensamblaje, los andamios permiten crear estructuras espaciales rápidamente. Si bien históricamente se han utilizado como estructuras auxiliares que permiten construir otras más permanentes, actualmente podemos ver este sistema de tubulares utilizado como protagonista para diseñar pabellones, estructuras temporales, instalaciones de arte e incluso en el diseño de interiores. Su estructura tiene un valor estético que trasciende lo meramente funcional. La flexibilidad y la facilidad de montaje, junto con la ligera translucidez y la apariencia casi caótica de las estructuras de andamios han fascinado a muchos diseñadores desde hace años. Probablemente uno de los exponentes más celebres sea el Teatro Oficina diseñado por Lina Bo Bardi y Edson Elito en la década de 1980. Este sistema, en su versión multidireccional, permite componer rápidamente el espacio al trabajar con flexibilidad horizontal, vertical y diagonal, combinado a su vez con otros materiales, como tela, madera, policarbonato y metal (figura 3).

El hecho de operar con un sistema que obedece a ciertas reglas de montaje y composición espacial lo convierten en una alternativa extremadamente lúdica para ensayar soluciones espaciales y constructivas con estudiantes (figura 4).



IMAGEN 4: ESTUDIANTE DE PRIMER AÑO REALIZANDO EL MONTAJE DEL PROYECTO LUMÍNICO EN EL PROYECTO ORIÓN EN LA PLAZA ZABALA (2017). **FOTO:** MARCOS GUIPONI.

Entender el sistema y su comportamiento estructural y de montaje es un ejercicio en sí mismo. A su vez, este sistema generalmente debe combinarse con otros materiales que potencian sus posibilidades tanto espaciales como de uso. Es en el ensamble entre los tubulares y el otro material donde se encuentra la verdadera riqueza del ejercicio. Este sistema fue utilizado en tres ediciones.⁴ Lo interesante de repetir la experiencia fue observar que los resultados obtenidos fueron sumamente diferentes en todos los casos.

Por último, cabe mencionar la experiencia 1:1 realizada en 2018 con fabricación digital, una variante entre los ensambles, en la que el sistema es ideado por el propio diseñador. Desde hace unos años las herramientas de fabricación digital han empezado a tomar más protagonismo en la formación disciplinar, aunque sus aplicaciones prácticas y reales en la profesión sean aún limitadas o al menos no hayan alcanzado el potencial que parecen tener.

La primera vez que se conectó un ordenador a una máquina fue alrededor de 1940 («control numérico por computadora», CNC), pero hasta no hace mucho esta tecnología era inaccesible para la gran mayoría de la comunidad. En la actualidad este sistema ha revolucionado la industria debido al abaratamiento de microprocesadores y a la simplificación de la programación de las máquinas de CNC, lo que sin duda ha tenido una incidencia directa en la democratización de este tipo de herramientas, reservado en un principio a grandes empresas y sofisticadas instituciones del primer mundo.

⁴. En 2017 con estudiantes de primer año con PR1 en la plaza Zabala, en 2019 con estudiantes de tercer año en el Parque Rodó y en 2020 con estudiantes de tercer año en la feria Ideas +.

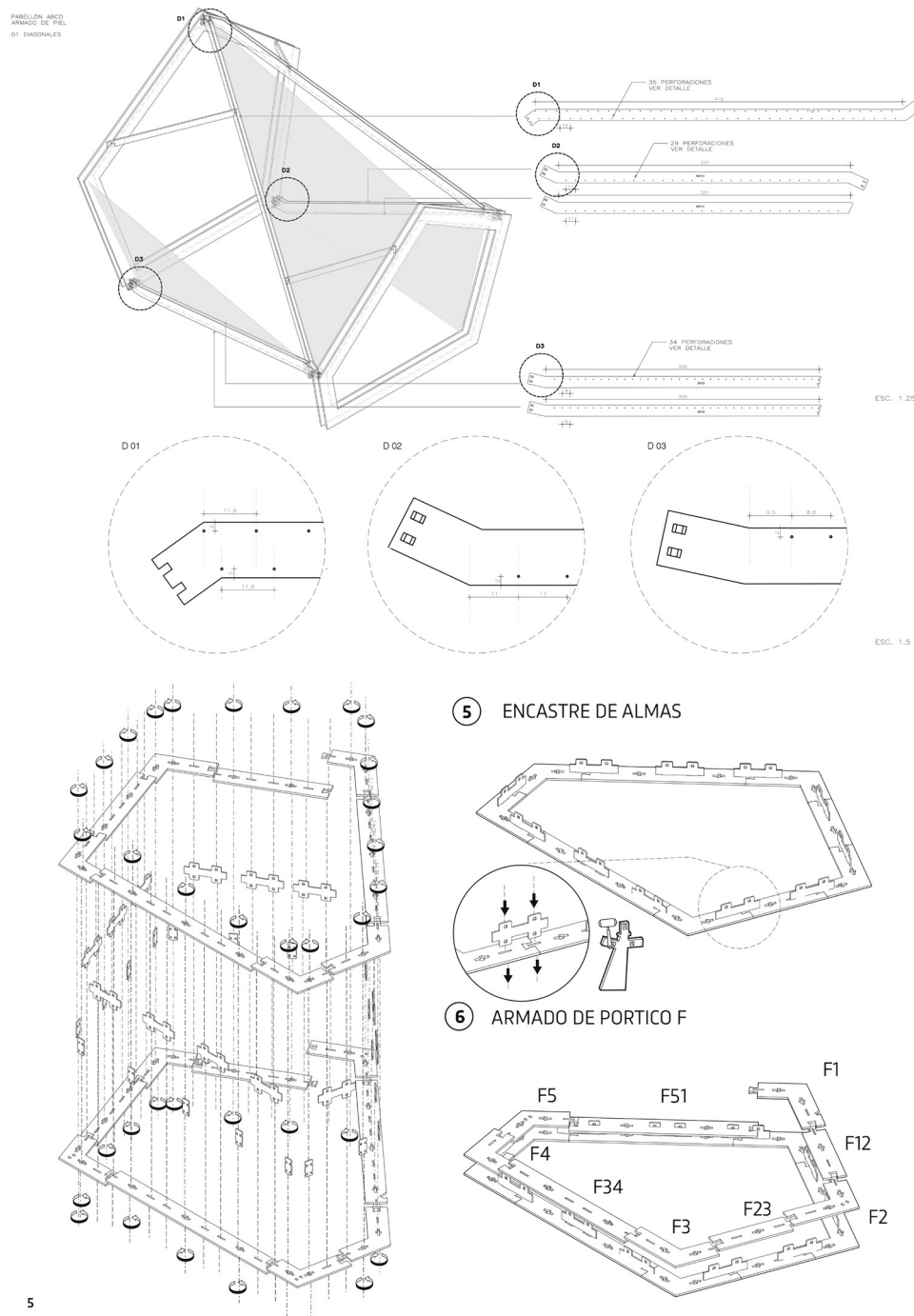


IMAGEN 5: INSTRUCCIONES DE ENSAMBLAJE DE PENTA. CONFECCIONADO POR LA COMISIÓN DE DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DEL CURSO. ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DEL CURSO DE LA GENERACIÓN 2018.

La estructura de los pabellones Penta fue diseñada como una estructura de pórticos y barras de rigidización confeccionadas en placas de madera de compensado fenólico de 18 mm y 12 mm que fueron cortadas en CNC en el FabLab de la FADU.⁵ El conjunto se ensambló mediante un sistema de llaves y almas. Muchos de estos detalles y encastres fueron aprehendidos y posteriormente modificados a partir de páginas web de fabricación digital como WikiHouse,⁶ que ofrece los planos para ser bajados y reproducidos. El desafío propuesto era no utilizar ningún elemento ajeno al sistema —es decir, tornillos y clavos— en la construcción de la estructura (figura 5).

Penta permitió verificar a pequeña escala el potencial constructivo de la fabricación digital mediante el uso del CNC. El estudiante pudo experimentar directamente las posibilidades y complejidades de diseñar, fabricar y construir (en este caso ensamblar) una serie de pabellones itinerantes,⁷ evitando así el simulacro.

A modo de reflexión sobre la acción

Uno de los atributos de la arquitectura contemporánea es la visibilidad. De hecho, la gran mayoría de las escuelas de arquitectura hoy en día ponen un fuerte acento en ella, en detrimento de la cultura material sobre el proyecto, modelo de enseñanza dominante que se ha encargado de separar progresivamente las estrategias proyectuales de los conocimientos técnicos. En la actualidad los talleres de proyecto parecen estar más interesados en la formulación de estrategias cada vez más generales, manteniéndose alejados de la definición material del proyecto arquitectónico. Existe así un pensamiento proyectual basado en estrategias y desarrollos tipológicos soportados por imágenes tectónicas, pero muy alejado de la concepción material del proyecto y de las leyes y procedimientos técnicos que acompañan su factura.

Los talleres de ejercitaciones 1:1 pretenden posicionarse como una alternativa a este modelo, apostando a una estrategia de enseñanza-aprendizaje transversal entre el proyecto y el conocimiento de la técnica que los hace posible. Actualmente estos talleres son cada vez más frecuentes dentro de la oferta académica. Esto ha despertado voces a favor y en contra. Para los primeros, aprender desde la práctica real desde los inicios de la carrera parece ser la forma adecuada de complementar la formación tradicional en arquitectura. Incluso van más allá al considerar que estos cursos no deberían ser opcionales, sino un componente estable en la formación (Lepik, 2020, p. 7). Quienes están en contra consideran cuestionable el énfasis en la obligación de los planificadores (la institución universitaria y sus docentes) de entregar un edificio terminado (Simone Bader, 2020, p. 11). Más allá de esto, parece inobjetable que estos ejercicios pretenden brindar una formación con una fuerte componente transversal, devolviendo a los talleres el carácter integrador entre los distintos conocimientos disciplinares.

5. Penta surge producto de la propuesta 2018 del curso PR1 del Taller Danza. Fue diseñado y ensayado enteramente por los estudiantes en el Taller Danza de la FADU-Udelar y fabricado en el Laboratorio de Fabricación Digital Montevideo.

6. WikiHouse es un proyecto open-source para diseñar y construir casas. La intención de este emprendimiento es democratizar y simplificar la construcción de hogares sostenibles y con el menor uso posible de materiales.

7. Los pabellones fueron expuestos en Sinergia Design, luego en el patio de la FADU y, por último, fueron trasladados y ensamblados en el ELEA desarrollado en 2018 en Colonia de Sacramento.

Referencias bibliográficas

Alberti, L. B. (1450). *Tratado De Re Aedificatoria*.

Cruz, J. (2012). Construir en madera. *Ciudad y Arquitectura*, 150, p. 18.

Millán, P. (2015). *Más allá de la imagen: la arquitectura del artesano*. Buenos Aires: Diseño Editorial.

Lepik, A., Simone Bader, V. (2020). *Experience in Action. Design Build in Architecture*. Detail.

Schön, D. (1992). *Formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje*. Buenos Aires: Paidós.

Sennett, R. (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.